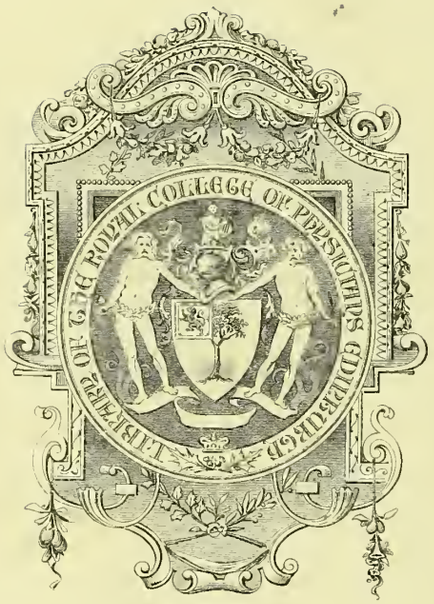
COLL. REG. MED.
EDIN.



Cf 10.42

R33828

Digitized by the Internet Archive
in 2015

https://archive.org/details/b2171082x

DER

MIKROPHOTOGRAPHISCHE APPARAT

DER

LEIPZIGER ANATOMIE.

FESTSCHRIFT

ALBERT KÖLLIKER

ZUM 26. MÄRZ 1892

DEM 50. GEDÄCHTNISSTAGE

SEINER MEDICINISCHEN PROMOTION AN DER UNIVERSITÄT HEIDELBERG

GEWIDMET VON

WILHELM HIS.

LEIPZIG,
VERLAG VON F. C. W. VOGEL.
1892.

Einleitung.

In seinem vortrefflichen Lehrbuch der Mikrophotographie [1]) macht Dr. R. Neuhauss die an ihrer Stelle wohlberechtigte Bemerkung, es sei jetzt an der Zeit, mit der Construction neuer mikrophotographischer Apparate aufzuhören, man möge lieber einmal daran gehen, mit den vorhandenen Mitteln Mustergültiges zu leisten. Bei dieser Sachlage bedarf es einer gewissen Entschuldigung, wenn ich mit der Beschreibung eines neuen Apparates hervortrete, um so mehr, da mein Apparat weder durch Einfachheit noch durch Billigkeit sich zu empfehlen vermag. Insoweit die folgende Beschreibung ihre Entschuldigung nicht in sich selber trägt, werden auch vorausgesandte Worte nicht viel helfen. Immerhin darf ich zur Characterisirung meines Standpunktes bemerken, dass mich nicht das unbestimmte Interesse an der Mikrophotographie zu meinen Constructionen getrieben hat, sondern das reelle Bedürfniss nach mikrophotographischen Aufnahmen, und so sind die Ziele, die ich mir von Anfang ab stecken musste, in nicht unwesentlichen Punkten von denen verschieden gewesen, welchen die meisten Mikrophotographen nachstreben. Nicht auf möglichst feine und schwierig zu erfüllende Leistungen habe ich mein Augenmerk gerichtet, sondern auf solche, welche mir für meine wissenschaftlichen Untersuchungen und für den Unterricht Nutzen zu bringen versprachen. Ich verkenne nicht, wie wichtig es ist, die mikrophotographische Technik so zu vervollkommnen, dass sie auch die schwierigsten Probeobjecte, eine Surirella gemma, eine Amphipleura pellucida u. a. m. bewältigen kann. Allein ganz unabhängig von diesen höchsten Zielen der Technik, stellt die wissenschaftliche Forschung an die Mikrophotographie Forderungen, welche anscheinend viel bescheidener, dabei aber doch von vorwiegend nützlicher Art sind, Aufnahmen bei 10-, bei 20-, 100- und 200facher Vergrösserung. Unsere auf der Schnittanalyse beruhende embryologische und sonstige morphologische Forschung kann der Unterstützung der Photographie je länger je weniger entbehren. Die Zeichnung ist weder quantitativ noch qualitativ im Stande, allen den Anforderungen gerecht zu werden, welche eine präcise Ausnützung des in unseren Schnittreihen aufgespeicherten Materiales verlangt. Hier kann nur die Photographie wirksam eintreten. Sie kann, wie ich dies an anderer Stelle [2]) entwickelt habe, die Zeichnung niemals völlig verdrängen, denn diese giebt zugleich den Inhalt geistiger

1) Lehrbuch der Mikrophotographie von Dr. Neuhauss. Braunschweig 1890.
2) Anatomie menschlicher Embryonen I S. 6.

Verarbeitung des dargestellten Gegenstandes. Dafür übernimmt die Photographie solche Aufgaben, welchen die Zeichnung an und für sich nicht gewachsen ist. Nun ist es keineswegs selbstverständlich, dass Apparate, welche den feinsten Aufgaben der Mikrophotographie, der Wiedergabe schwieriger Probeobjecte gerecht werden, deshalb auch den einfacheren Aufgaben genügen. Die Richtung, welche der Mikroskopenbau in neuerer Zeit, unter Abbe's Führung, mit so glänzendem Erfolg betreten hat, bringt es mit sich, dass zu Gunsten anderer Vorzüge solche Eigenschaften des Bildes vernachlässigt werden, welche bei der Aufnahme von Schnitten von grösster Bedeutung sind. Soll ein photographisches Schnittbild nachträglich zu präcisen Vergleichungen und zu Messungen brauchbar sein, so muss dasselbe eben und correct gezeichnet sein, es müssen mit anderen Worten die Randstellen gleich scharf sich darstellen, wie das Mittelfeld, und sie dürfen in ihrer Vergrösserung von diesem nicht abweichen. Ausserdem ist uns mit den kleinen Gesichtsfeldern der üblichen mikrophotographischen Aufnahmen wenig gedient, wir brauchen, wenn Schnittbilder übersichtlich sein sollen, grössere Flächen, je grösser, je besser. Indem die Mikrophotographie, zum Theil auf directen Antrieb der Bakteriologen, der neueren Richtung des Mikroskopenbaues sich angeschlossen hat, hat auch sie ein Hauptgewicht auf das Arbeiten mit grossem Öffnungswinkel gelegt, und dabei Ausdehnung, Ebene und Correctheit des Gesichtsfeldes preisgegeben. Wir Anatomen und Embryologen kommen dabei zu kurz, und es ist sicher, dass die Mikrophotographie in unseren Kreisen erst dann allgemein Boden fassen kann, wenn sie unseren besonderen Forderungen gerecht wird. Mein eigenes Streben ist also dahin gegangen, bei mässigen Vergrösserungen grössere Bilder herzustellen, welche zu präcisen Messungen und Reconstructionen dienen konnten. Eine wesentliche Vereinfachung der Arbeit habe ich mir dadurch geschaffen, dass ich, wenigstens für grössere Aufnahmen, das herkömmliche Princip der Glasnegative fallen liess, und statt dessen die Aufnahmen direct auf Papier machte. Der Portraitphotograph hat natürlich ein Interesse dabei, Negative zu besitzen, von denen er beliebig viele Abzüge machen kann. Als wissenschaftliches Material genügen einfache Aufnahmen, und bei Schnittreproductionen sind überdies die negativen Bilder den positiven völlig gleichwerthig.

Persönlich habe ich mich schon seit ziemlich langer Zeit mit wissenschaftlicher Photographie beschäftigt, allerdings mit jahrelangen Unterbrechungen. Es hatten mir meine entwickelungsgeschichtlichen Arbeiten schon zu Ende der 60er Jahre den Wunsch nahe gelegt, sowohl Gesammtbilder von Embryonen als Schnittbilder zu photographiren. Im Jahre 1870 hatte ich Gelegenheit, ein grosses, vorzüglich gearbeitetes Bertsch'sches Sonnenmikroskop zu übernehmen, von dessen Leistungsfähigkeit mir die tadellosen Aufnahmen seines früheren Besitzers, des Herrn Dr. Henzi in Bern, sprechende Beweise gegeben hatten.[1]) Mit diesem Apparate habe ich in den Sommern 1870 und 1871 eine Reihe von Aufnahmen gemacht, unter denen mir die 40fach vergrösserten Bilder von Hühnerembryonen (Plattengrösse 18 auf 24 cm) ein viel benütztes Demonstrationsmittel gewährt haben.

---

1) So besitze ich eine Aufnahme des Herrn Dr. Henzi von Pleurosigma angulatum, an der über eine Fläche von 16 cm Durchmesser die 6seitigen Felder durchweg scharf gezeichnet erscheinen, eine für die damalige Zeit sehr bemerkenswerthe Leistung.

Die ältere photographische Technik mit nassen Platten war der Art, dass sie einen unverhältnissmässigen Zeitaufwand beanspruchte, und vor allem verlangte sie eine ununterbrochene Beschäftigung mit der Sache. Die Veränderlichkeit der Silberbäder erlaubte es nicht, ein für allemal nach bestimmtem Recept zu arbeiten, es mussten der entscheidenden Aufnahme immer eine Anzahl von Vorversuchen vorausgehen. Will man nun aber die Photographie als wissenschaftliches Hilfsmittel und als Ersatz der Zeichnung brauchen, so muss die Technik mit gleichmässiger Sicherheit stets dienstbereit zur Verfügung stehen. Stehe ich im Laufe einer Untersuchung vor der Aufgabe, einen Gegenstand graphisch rasch zu fixiren, so werde ich nur dann zur Photographie greifen, wenn ich weiss, dass sie mir nicht versagt. Verlangt sie aber tagelange Vorstudien, so werde ich dem rascher gehorchenden Hilfsmittel der Zeichnung mittelst Camera den Vorzug geben. So haben mich die Umständlichkeiten der damaligen photographischen Technik dahin geführt, nach den ersten vielversprechenden Anfängen wieder zur Zeichnung zurückzukehren, und da das Zeichnen mit dem Sonnenmikroskop nur an günstigen Sonnentagen ausführbar war, so combinirte ich mir einen Apparat, welcher es erlaubte, Embryonen und embryonale Schnitte bei wechselnden (4—50 fachen) Vergrösserungen zu zeichnen.[1]) E. Hartnack hat diesem Apparat in der Folge eine sehr gefällige Form gegeben und ihn als Embryographen in den Handel gebracht.

Die guten Erfahrungen, die ich noch in Basel mit der Photographie gemacht hatte, bestimmten mich, beim Baue der Leipziger Anatomie (1872—75) sofort auf Errichtung einer photographischen Werkstätte zu dringen, und während einiger Jahren hatte ich das besondere Glück, in Herrn Honikel einen photographischen Künstler zur Seite zu besitzen, von streng wissenschaftlichem Sinn und unbegrenztem Streben nach Vollendung seiner Leistungen. Herr Honikel arbeitete während seines Aufenthaltes in Leipzig mit grosser persönlicher Aufopferung an der Ausbildung photographischer Methoden. Leider starb er, da er eben die Früchte seiner Arbeit ernten sollte. Als besonders bewundernswerthe Leistungen des begabten Künstlers bewahrt unsere Anstalt die 50 cm auf 40 messenden Glasnegative von einigen Durchschnittsbildern, welche, bei allerdings mässigen Vergrösserungen mit dem Sonnenmikroskop aufgenommen, eine wunderbare Kraft und Zartheit der Zeichnung besitzen.

Die Bemühungen, durch Zeichnen zahlreicher Schnitte der embryologischen Forschung die nöthigen Unterlagen zu schaffen, und aus den Zeichnungen die Form des Ganzen und seiner Theile wieder aufzubauen, lassen sich mit einigem Erfolg durchführen, so lange die Embryonen jung und ihre Formengliederung verhältnissmässig einfach ist. Mit fortschreitender Entwickelung der Embryonen werden aber die Menge der zu bearbeitenden Schnitte und die Verwickelung ihrer Gestalt immer grösser, und so kommt man bald an eine Grenze, jenseits deren man darauf verzichten muss, eine grössere Menge von Schnitten durch Zeichnung correct wiederzugeben. Mit meinen Studien an dieser Grenze angelangt, bin ich nothgedrungen wieder zur Photographie zurückgeführt worden, und dieselbe hat sich mir seitdem als ein Hilfsmittel von unschätzbarem Leistungsvermögen bewährt. Mittlerweile hat die photographische Technik Fortschritte gemacht, welche es auch dem photographischen Dilet-

1) Anat. menschl. Embryonen I. S. 8.

tanten erlauben, ohne unverhältnissmässigen Zeitaufwand ein wissenschaftlich brauchbares Material zusammen zu bringen.

Die Aufgabe, die ich mir zunächst stellte, ging darauf hinaus, sämmtliche zu einer Reihe gehörigen Schnitte bei schwacher (10—20facher) Vergrösserung darzustellen, und diese Aufgabe wurde von dem Moment ab ausführbar, wo ich auf die Herstellung copirfähiger Glasnegative verzichtete und mich mit je einem guten Papiernegativ begnügte. Ich richtete mich also darauf ein, meine Aufnahme direct auf EASTMANN'sches Bromsilberpapier zu machen, und construirte, unter thatkräftiger Beihilfe meines Sohnes, einen zunächst für Gaslicht berechneten Projectionsapparat. Damit konnten bei 10—20facher Vergrösserung Blätter bis zu 60 cm im Geviert hergestellt werden. [1])

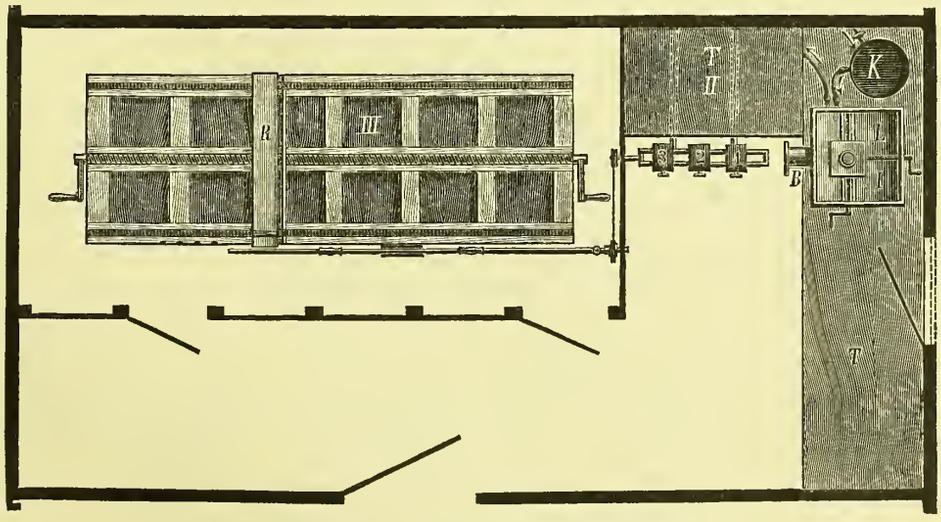
Sehr bald empfand ich die Hemmung, dass ich der schwachen Lichtquelle halber nicht über 20fache Vergrösserung hinauskommen konnte, und da ich an der Anstalt über elektrisches Licht verfügte, so lag der Gedanke nahe, einen Apparat zu construiren, bei welchem diese intensive Lichtquelle zur Verwendung kam. In seiner jetzigen Form erlaubt mein Apparat, mit jeglicher Vergrösserung zu arbeiten, von den schwächsten ab bis zu den stärksten, die mit Immersionsapochromaten erreichbar sind.

1) Dieser frühere Apparat ist beschrieben im Archiv für Anatomie und Physiologie, anat. Abth. 1888.

Allgemeine Anordnung des Apparates.

Das zur Aufstellung des Apparates benützte Zimmer misst 5 auf 2,6 m und ist durch Schluss eines Ladens zu verdunkeln. Ein Theil des Zimmers, 3,5 m lang, 1,6 m breit, ist als Dunkelkammer zur Aufnahme der Bilder eingerichtet und durch zwei Thüren, eine vordere und eine hintere zugänglich. Der Aufbau dieser inneren Dunkelkammer ist sehr einfach. Nur die vordere, dem optischen Theil des Apparates zugekehrte Wand besteht aus festen Brettern, die Seitenwand und die Decke sind leichte Lattenconstructionen und mit einem im Handel erhältlichen lichtdichten Wachstuch überzogen. Durch die Thüren kann man in jedem Zeitpunkt der Operationen die innere Dunkelkammer betreten, selbst während der Expositionszeit. Nur hat man im letzteren Fall die hintere, der Lichtquelle abgewendete Thüre zum Eintritt zu benutzen. Der Apparat stellt sich zusammen aus:

I. der elektrischen Laterne,
II. der optischen Bank,
III. dem Rahmen zur Bildaufnahme.



Grundriss des photographischen Zimmers.
T Tischbretter. I. Laterne mit der electrischen, durch Curbelstellung verschiebbaren Lampe *L*. *B* erste Beleuchtungslinse, II. optische Bank mit den Schlitten 1 bis 3. *K*. Zinkgefäss mit Wasserzu- und Abfluss, von dem aus das der Laterne vorgesetzte Kühlgefäss gespeist wird. III. Gestell in der Dunkelkammer. *R* Rahmen zur Bildaufnahme.

Laterne und optische Bank befinden sich ausserhalb, der Rahmen zur Bildaufnahme innerhalb der inneren Dunkelkammer.

I. Elektrische Laterne.

Die elektrische Laterne ist in der von mir benutzten Form, vor einer Reihe von Jahren durch Prof. E. Hagenbach-Bischoff in Basel zu Projectionszwecken construirt worden. Innerhalb eines 95 cm hohen Holzkastens steht eine Bürgin'sche Lampe, deren obere Kohle etwas hinter die Axe der unteren eingestellt wird, um auf die Weise ihren Lichtkrater nach vorn frei zu halten. Die Lampe wird von der Rückseite her in den Kasten eingeschoben. In der Seitenwand des Kastens befindet sich ein dunkles Fenster zur Beobachtung des Lichtbogens, und der vorderen Wand ist eine, durch Schrauben transversal verschiebbare Metallplatte eingesetzt, welche einen weiten Tubus mit der ersten Beleuchtungslinse trägt. Zwischen Lampe und Linse ist ein kupfernes Kühlgefäss eingeschaltet mit eingekitteten Glasplatten, welches von Wasser durchströmt wird. Behufs genauer Centrirung der Lichtquelle bei etwa wechselnder Stellung der glühenden Kohlenfläche habe ich die Lampe seitlich verstellbar gemacht, sie steht auf einem mittelst Kurbel von Aussen verschiebbaren Schlitten. Diese transversale Bewegbarkeit der Lampe erweist sich als sehr nothwendig, wogegen ich von der gleichfalls möglichen Verschiebung längs der Axe des Apparates, nach einmal erfolgter erster Regulirung, keinen Gebrauch zu machen pflege.

Ursprünglich besass die Lampe eine Einrichtung, um von aussen die Kohlen gemeinsam zu heben und zu senken. Ich habe später auf Prof. Altmann's Rath jede der beiden Kohlen mit unabhängiger Bewegung versehen, so dass ich nunmehr von der innern Regulirung der Lampen ganz absehe und die Höhe und den Abstand der Kohlen durchweg von Hand einstelle. Ich befinde mich dabei sehr wohl, denn ich kann auf diese Weise einen ruhig leuchtenden Bogen in jeder gewünschten Höhe erzielen, und der Bogen erhält sich eine Reihe von Minuten hindurch an seiner Stelle, ohne dass es nöthig ist, die Kohlen fortwährend umzustellen. Der Träger der oberen Kohle ist mit einer langen eisernen Schraube verbunden und hängt, durch eine überstehende Schraubenmutter festgehalten, an einer der Decke der Laterne eingefügten Metallplatte. Durch diese Schraubenmutter wird die Kohle gehoben oder gesenkt. Benütze ich gute Kohlen, dann ist die Flamme immer nur im ersten Moment nach Schluss des Stromes unruhig, und sie beruhigt sich, sowie sich die Kohlenspitzen gehörig durchwärmt haben. Als günstigsten Abstand der Kohlen finde ich etwa 4—8 mm. Lässt man aus Versehen die beiden Kohlen zu dicht beisammen stehen, so bildet sich an der unteren ein Knöpfchen, und nun brennt auch beim Auseinanderschrauben der Kohlen die Flamme unruhig, bis das Knöpfchen sich losgelöst hat.[1]) In solchen Fällen pflege ich, um Zeit zu gewinnen, das betreffende Kohlenknöpfchen mechanisch zu entfernen. Wird der Kohlenabstand zu gross, so wird der Lichtbogen gleichfalls unruhig. Im Uebrigen habe ich von Seiten der Lampe niemals andere als sehr vorübergehende Störungen erfahren, und ich habe daher auch nicht nöthig gehabt, dem Gange der Lichtstrahlen eine matte Glasplatte einzuschieben, um die Bewegungen der Flamme unschädlich zu machen.

1) Die Dicke der von mir benutzten Kohlenstifte beträgt 13 mm. Die unbequeme Eigenschaft, Knöpfchen zu bilden, besitzen gute Kohlen nur im verschwindenden Maasse. Leider erhält man auch von den besten Firmen Kohlen von wechselnder Qualität.

Die Kühlung der Laterne geschieht durch Wasser, welches aus einem höherstehenden Zinkgefäss (K. Fig. 1) in den Kühler einströmt und von da durch ein Abzugsrohr abfliesst. Die directe Einleitung von der Wasserleitung aus hatte sich als unpraktisch ergeben, die Strömung war zu unruhig und so wurde ich veranlasst, ein offenes, von der Wasserleitung her füllbares Druckgefäss zu benutzen.

II. Die optische Bank.

Ueber die Einrichtung der optischen Bank giebt Taf. I Aufschluss. Eine Bahn mit prismatischen Schienen, 61 cm lang, ruht auf zwei der Wand eingemauerten eisernen Trägern. Die durch Schrauben feststellbaren Schlitten können an der Bank hin und her gleiten. Schlitten 1 trägt das Beleuchtungssystem, Schlitten 2 den Objecttisch, Schlitten 3 das Objectiv. Als Beleuchtungssystem benutze ich eine Doppellinse von 21 cm gemeinsamer Brennweite. Auf Schlitten 1 sind, wie Taf. I zeigt, ausserdem noch zwei fernere Aufsätze, eine zur Seite legbare rothe Glasscheibe und ein Metallbügel zum Einstecken gefärbter Glasscheiben angebracht. Von beiden Einrichtungen wird unten die Rede sein.

Auf Schlitten 2 steht ein Messingrahmen, welchem der eigentliche Objecttisch angehängt wird. Dieser Tisch kann leicht ein- und ausgehängt werden, und es können auch für besondere Zwecke verschieden eingerichtete Tische angebracht werden. [1]) Der gewöhnliche, auf Taf. I gezeichnete Objecttisch ist eine Ebonitplatte, auf welcher das Präparat durch Klammern befestigt wird. Die Platte kann mittelst Schrauben in horizontaler und verticaler Richtung verschoben werden.

Der dritte Schlitten trägt eine senkrechte Metallplatte, den Objectivträger, welchem die Objective mittelst passender Zwischenringe angeschraubt werden. Der Objectivträger kann durch Lösen einer Flügelmutter entfernt und durch ein grosses Zeiss'sches Mikroskopstativ ersetzt werden. Die Stellung des letzten ist, wie diejenige des Objectivträgers, durch geeignete, der Oberfläche des Schlittens aufgeschraubte Schienen fest bestimmt. Die Figur Taf I zeigt auch noch einen vor dem Objectivträger befindlichen Blendenträger. Derselbe kann zur Seite gelegt bez. aus seiner Hülse herausgezogen werden, und er ist nur dann von Bedeutung, wenn Aufnahmen mit dem Mikroskopstativ gemacht werden sollen. Ursprünglich hatte ich zwischen dem Objectivträger und dem Objecttisch, behufs Abhaltung fremden Lichtes, einen kleinen Blasbalg eingeschoben. Derselbe ist in vielen Fällen hinderlich, und da er sich als entbehrlich erwiesen hat, so mache ich keinen Gebrauch mehr davon.

Die Schlitten 1 und 2 werden von Hand gestellt. Schlitten 3 dagegen wird durch eine Schraube bewegt, welche von der inneren Dunkelkammer aus regiert werden kann. Die feinere Einstellung des Bildes vollzieht sich mittelst dieser Schraube.

Die Vorderwand der inneren Dunkelkammer,

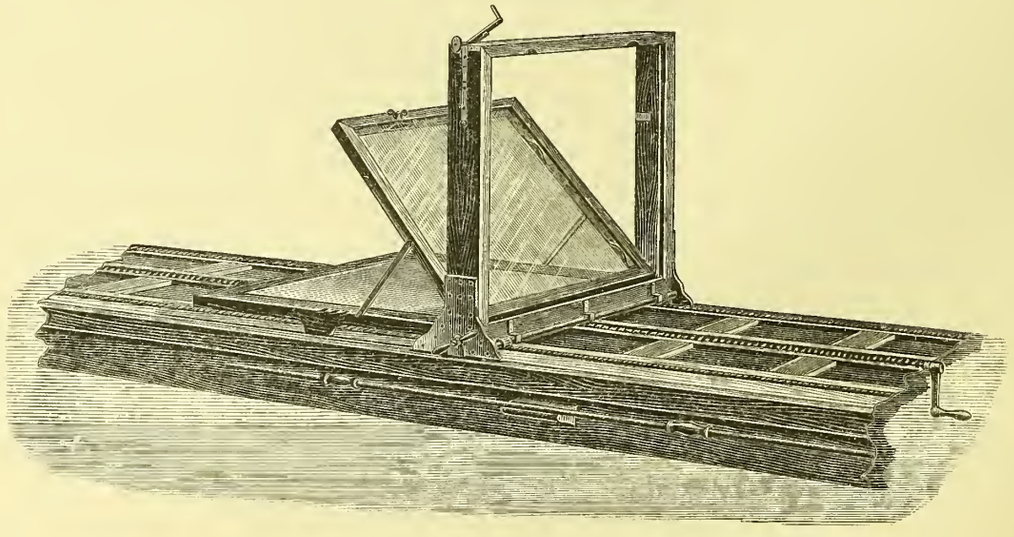
um 10,5 cm von der optischen Bank abstehend, trägt die Projectionsöffnung mit der zugehörigen Verschlussklappe, ausserdem ein verschliessbares Guckloch und einen kleinen Vor-

1) So wünschte kürzlich mein astronomischer College Prof. Bruns eine Anzahl von Mondaufnahmen zugleich mit einem Glasgitter zu vergrössern; er liess sich zu dem Zweck einen besonderen Objecttisch bauen, an welchem das Gitter drehbar eingefügt war, und der nun an Stelle des gewöhnlichen eingehängt wurde.

hang von Sammt zum Schutz gegen Spiegelungen. Die Projectionsöffnung misst 8 cm im Durchmesser, die Verschlussklappe ist eine um eine Axe bewegliche Scheibe von einfachem Schwarzblech. Diese Scheibe habe ich an ihrer Aussenfläche mit weissem Papier beklebt, und sie dient mir in geschlossenem Zustande zur richtigen Einstellung des Lichtes. Es ist sehr leicht, auf der Scheibe zu erkennen, ob das Licht gleichmässig vertheilt ist, oder ob farbige Ränder, Spiegelungen oder andere Uebelstände vorhanden sind. Auch die Einstellung auf das gewünschte Maximum vollzieht sich hier am zweckmässigsten. Erst dann, wenn die Lichtfläche auf der Scheibe die gewünschten Eigenschaften hat, pflege ich sie zu öffnen und die Einstellung des Bildes auf der Projectionsscheibe einzuleiten. Diese Vorzüge einer äusseren Einstellfläche haben mich davon abgehalten, irgend welche röhrenförmigen Lichtabschlüsse zwischen Objectiv und Projectionsöffnung einzuschalten, in der Art etwa, wie sie Zeiss an seinem grossen Apparat angebracht hat. Ich begnüge mich statt dessen damit, einen Sammtvorhang über den betreffenden Zwischenraum herabzuklappen, dessen mittlerer Theil an einem in Scharnieren beweglichen Brettchen befestigt ist, während er seitlich von schrägen Drähten gestützt wird.

III. Der Rahmen zur Bildaufnahme.

Auf einem festen Gestell ist in der inneren Dunkelkammer ein 2,1 m langes, 0,95 m breites Brett aufgesetzt, an welchem der zur Bildaufnahme dienende Hauptrahmen mittelst Kurbel hin und her geschoben werden kann. Die seitliche Führung des Rahmen geschieht



Rahmen zur Bildaufnahme.

Die beiden Glasplatten sind umgelegt und die vordere von der hinteren etwas abgehoben.

durch zwei Zahnstangen. — Da mein nächstes Ziel darauf gerichtet war, Aufnahmen direct auf Papier zu machen, musste darauf Bedacht genommen werden, grössere Blätter glatt ausgebreitet zu erhalten.

Dazu dient folgende Einrichtung: Zwei dicke Spiegelglasplatten von je 80 cm im Geviert sind in zwei Holzrahmen, die Plattenrahmen, so eingefügt, dass sie bis zur unmittelbaren Berührung gebracht werden können. Letztere wird dadurch ermöglicht, dass die Glasplatten an den Ecken ein Stück weit eingeschliffen und hier durch Metallstreifen gestützt sind. Die Glasplatten werden durch Federn, welche zwischen ihrer Aussenfläche und dem Rahmen angebracht sind, nach einwärts, bezichentlich bei aufeinander liegenden Plattenrahmen gegen einander gedrückt. Ein Papierblatt, welches zwischen denselben liegt, wird daher von ihnen flach gepresst. Soll ein Papier eingelegt werden, so werden die beiden durch Schrauben verbundenen Plattenrahmen umgelegt und dann durch Lösen der Schrauben von einander getrennt. Der obere wird aufgehoben und durch einen leicht beweglichen Haken am Hauptrahmen befestigt. Nun wird das Papier an geeigneter Stelle der unteren Platte aufgelegt, und dann die obere wieder vorsichtig bis zur Berührung hernieder gelassen. Zwei Schrauben mit Bajonetschluss bewirken rasch, mittelst einer Drehung um 180° die Verbindung, und nun werden die beiden verbundenen Plattenrahmen wieder aufgerichtet und in den Hauptrahmen eingestellt. Das Einschnappen einer Feder bezeichnet den Moment, da sie in ihre Endstellung eingerückt sind. Beim Herablassen derselben muss die bezügliche Feder wieder gelöst werden, was gleichfalls durch einen einfachen Handgriff geschieht.

Die hintere von den beiden Glasplatten habe ich mit weissem Papier beklebt und in Quadrate eingetheilt, behufs leichter Orientirung der einzulegenden Blätter. Der Rückseite ist eine geschwärzte Pappscheibe angefügt, weil sonst das durchgehende und von den Wänden der Dunkelkammer reflectirte Lieht Störungen veranlasst. Die Einstellung des Bildes geschieht von vorn auf der weissen Papierfläche. Will man von der Rückseite her einstellen, so kann dies durch Aussparen einer Oeffnung in der absehliessenden Pappe erreicht werden. Ich habe ursprünglich sogar im weissen Papierbelag eine centrale Stelle frei gelassen, behufs directer Loupeneinstellung von der Rückseite her, indessen habe ich dabei keinen besonderen Vorzug gefunden und die freie Stelle später wieder verklebt.

Dem Gesagten zufolge geschehen die Aufnahmen durch eine Glasplatte hindureh. Bei rein gehaltener Platte habe ich davon niemals einen Nachtheil für die Schärfe des Bildes wahrgenommen.

Die gegebene Einrichtung, ursprünglich nur für Papieraufnahmen berechnet, hat sich in der Folge ebenso brauchbar erwiesen für Aufnahmen auf Glasplatten. Da die Spiegelglasplatten in ihrem Rahmen einen ziemlich gross bemessenen Spielraum haben (ca. 1 cm), so ist die Gefahr einer Zerquetschung der zwischengelegten Glasscheiben eine sehr geringe. Ich habe ziemlich grosse Scheiben eingelegt, ohne jemals einen Unglücksfall gehabt zu haben. Durch eingeschobene Papierkugeln kann man die Gefahr für die Scheiben noch vermindern, nur läuft man dann Gefahr, dass diese wegen zu geringen Druckes sich nachträglich verschieben. Mag man Bilder auf Glas oder auf Papier aufnehmen, so hat man zwischen die weisse Fläche der unteren Platte und die zu belichtende Schicht ein Stück schwarzen Papieres einzuschieben, zum Sehutz gegen zurückgeworfenes Licht.

Aufnahmen mit farbigem Licht.

Bei der Intensität des elektrischen Lichtes hat man, da man nicht Momentaufnahmen machen will, die Lichtwirkung künstlich zu verzögern. Diesen Zweck erreicht man durch Anwendung farbigen Lichtes und man gewinnt, falls dies Licht mehr oder minder monochromatisch ist, zugleich die optischen Vorzüge solchen Verfahrens. Schon bei meinem alten Sonnenmikroskop war ich durch die Erfahrung dahin geführt worden, ausschliesslich mit gelbem Licht zu arbeiten. Zum Bertsch'schen Apparate gehört ein Einsatz von zwei Nicols mit zwischengelegter Quarzplatte. Drehung des einen Nicols lässt das Gesichtsfeld in verschiedenen Farben erscheinen, und von diesen hatte sich mir die gelbe stets als die günstigste für die Aufnahmen erwiesen. Bei meinem jetzigen Apparate benütze ich gelbe Glasscheiben, wie sie im Handel zu haben sind. Die dunklere Sorte, die ich fast ausschliesslich brauche, löscht das blaue Licht noch ziemlich vollständig aus, etwa bis Linie F des Spectrums, und sie verhält sich in der Hinsicht annähernd gleichwerthig mit einem mässig dichten Lichtfilter von Chromkupferlösung. Die Einrichtung des Apparates erlaubt es übrigens, anstatt der farbigen Glasscheiben, oder gleichzeitig mit denselben, Lichtfilter zu benutzen. Zu dem Behuf ist dem Tubus der elektrischen Laterne eine Metallschiene angelöthet, auf welche das planparallele Glasgefäss des Lichtfilters aufgesetzt werden kann. (Taf. I).

Durch die Wahl des einzuschiebenden farbigen Mediums hat man es in der Hand, die Belichtungszeit nach Wunsch zu regeln. Die Eastman-Papiere sind für richtige Exposition ziemlich empfindlich, und die bei Platten üblichen Entwickelungskünste zur Abhilfe gegen zu lange oder zu kurze Belichtung sind bei ihnen von geringem Erfolg. Eine Steigerung oder Herabsetzung der Expositionszeit um 10 % ist von entschiedener Bedeutung für den Charakter des Bildes, und da wir ohne besondere Hilfsmittel zwar leicht von 10 auf 11 Secunden, aber kaum von 5 auf 5,5 oder gar von 1 auf 1,1 Secunden wechseln können, so gehe ich mit der Expositionszeit nicht unter das Minimum von 10 Secunden herab. Die länger dauernden Belichtungen kommen bei Anwendung der starken Systeme, der Apochromate von 4 und 2 mm aeq. Brennw. in Betracht. Auch hierbei sind gewisse, durch die Wahl des gelben Mediums bestimmbare Grenzen inne zu halten. Die starken Systemen sind nämlich sehr empfindlich für genaue Centrirung der Lichtquelle, die Verschiebung des Lichtbogens durch Abbrennen der Kohle macht sich somit sehr viel früher geltend, als bei mittleren oder schwächeren Systemen. Bei correcter Behandlung kann der Lichtbogen etwa 3 Minuten lang das Mikroskopfeld einer starken Linse gleichmässig beleuchten. Diese Zeit repräsentirt somit das Maximum der Expositionsdauer für starke Systeme. Sonach bewegen sich die von mir gewählten Expositionszeiten zwischen 10 Secunden im Minimum und 3 Minuten im Maximum, meistens arbeite ich mit Belichtungen von 30—60 Secunden.

Auswahl der Systeme.

Bis zu Vergrösserungen von 200 oder 300 kommt man mit dem Anschrauben der Objective am Objectivträger aus. Für stärkere Vergrösserungen benütze ich das grosse Mikroskopstativ und die Projectionsoculare von Zeiss, deren Construction in der eingehenden Abhandlung des Herrn Dr. Roderich Zeiss eingesehen werden kann.[1])

Im Laufe der Jahre habe ich mit einer grösseren Zahl von Objectiven mein Glück versucht, und ich bin schliesslich zu folgenden Ergebnissen gekommen.

Für schwächere Vergrösserungen lassen die Steinheil'schen Aplanate hinsichtlich Schärfe und Correctheit nichts zu wünschen übrig, und zwar benütze ich für 4—15fache Vergrösserungen den Aplanat von 14 cm, für 8—25fache den von 7 cm Brennweite. Ich habe auch die entsprechenden Steinheil'schen Antiplanate benützt, sie stehen aber für die von mir verfolgten Zwecke hinter den älteren Aplanaten erheblich zurück. Dagegen sind mehrere von den Hartnack'schen Constructionen den Steinheil'schen Aplanaten ebenbürtig. Es sind von den mir bekannten Systemen ein Aplanat von 16 cm, Vergr. 3—14, einer von 8 cm, Vergr. 5—20 und die schwächere Zeichnungslinse des Embryographen, Vergr. 8—25fach. Für die nächste Stufe von 20—55facher Vergrösserung habe ich mich mit dem stärkeren Objectiv des Hartnack'schen Embryographen am besten befunden. Durch Einlegen einer kleinen Blende in das System hat sich das scharf gezeichnete Feld nicht unerheblich vergrössern lassen. In früheren Zeiten habe ich für die Vergrösserungen von 25—100 auch die Systeme 1 und 2 von Hartnack viel benützt. Diese Systeme sind durch eingelegte Blenden gleichfalls leistungsfähiger zu machen.

Für die mittleren Vergrösserungen von 50—300 bediene ich mich zur Zeit der Seibert'schen photographischen Systeme von 1, 1/2 und 1/4 Zoll Brennweite. Meine Systeme stammen noch aus den 70er Jahren und sind seitdem von Herrn Seibert revidirt und mit Blenden versehen worden. Ich gebe ihnen den Vorzug von den Linsennummern III und IV von Hartnack. Alle die bisher aufgezählten Systeme sind ohne Ocular zu gebrauchen, sie werden demnach einfach dem Objectivträger des Schlittens 3 der optischen Bank angeschraubt. Legt man Werth darauf, die Abbe'sche Beleuchtung zu benutzen, so fügt man die betreffenden Objective dem Tubus des grossen Zeiss'schen Stativs an und schraubt am letzteren das verschiebbare Einsatzrohr ab. In diesem Falle muss man indessen an Stelle des letzteren eine angemessene Blende einsetzen, weil sonst die Spiegelungen von der Innenwand des weiten Tubus das Bild völlig unbrauchbar machen.

Für Vergösserungen über 300 hinaus sind die Zeiss'schen Projectionsoculare mit entsprechenden Linsen zu benützen. Ich habe mit den verschiedenen Apochromaten von Zeiss gearbeitet und finde den von 16 cm aeq. Brw. wegen der Kleinheit des scharf gezeichneten Gesichtsfeldes für Schnittaufnahmen ungeignet, wogegen die Trockenapochromate von 8 und besonders der von 4 mm Vorzügliches leisten. Dasselbe gilt natürlich auch von den Oelapochromaten von Zeiss und von Hartnack.

---

1) Beschreibung und Gebrauchsanweisung des neuen Aparates für Mikrophotographie. Jena 1888.

Somit ordnen sich nach den in meinem Apparat bei wechselnder Bahnlänge erreichbaren Vergrösserungen die Systeme wie folgt:

I. Ohne Ocular.

3— 15 fach		Steinheil Aplanat 14 cm
		Hartnack „ 16 „
8— 25 fach		Steinheil Aplanat 7 cm
		Hartnack Aplanat 8 „
		„ schwaches System des Embryographen
16— 55 „		Hartnack stärkeres System des Embryographen
32— 100 „		„ Mikroskop-Linse No. II.
35— 110 „		Seibert photogr. System 1 Zoll
60— 200 „		„ „ „ 1/2 „
110— 350 „		„ „ „ 1/4 „

II. Mit Projectionsocular. (Zeiss, 2.)

200— 600 fach	Zeiss Trockenapochromat 8 mm
300—1200 „	„ „ „ 4 „

Darüber hinaus kann man die Oelapochromate von Zeiss und E. Hartnack benutzen, deren Vergrösserung bis gegen 2000 getrieben werden kann.

Indem ich im Obigen mein Ergebniss in Tabellenform zusammengestellt habe, betone ich ausdrücklich, dass für mich kein Grund vorgelegen hat, erschöpfende Linsenstudien zu machen, ich habe so lange gesucht, bis ich unter den mir zur Verfügung stehenden Gläsern das für die betreffende Vergrösserung günstigste fand, und mich dann vorerst dabei beruhigt. Nach meiner Ueberzeugung müssen die Optiker, nachdem einmal die verschiedenen praktischen Ziele der Mikrophotographie etwas schärfer gesondert sind, Linsencombinationen ersinnen, welche den einzelnen Aufgaben ausdrücklich gerecht werden. Es handelt sich für uns vor Allem um die mittleren Vergrösserungen von 25 bis gegen 400 fach, bez. um Objective von etwa 4 bis zu 1/2 cm Brennweite. Für schwächere Vergrösserungen ist durch die gegebenen Photographensysteme gesorgt, und auch für sehr starke Vergrösserungen kann man sich bis auf Weiteres mit dem Vorhandenen zufrieden geben. Für jede der mittleren Stufen dagegen brauchen wir Systeme von möglichst grossem, ebenem und correct gezeichnetem Gesichtsfeld. Es sind dabei die erforderlichen Opfer an Grösse des Oeffnungswinkels zu bringen, und falls die Construction dadurch gewinnen kann, darf man auch den Gedanken ins Auge fassen, die Systeme geradezu auf gelbes Licht abzustimmen und ihnen von vornherein eine gefärbte Platte von den dazu passenden Nüancen einzufügen.[1])

1) Seitdem ich Obiges zum Druck gegeben habe, bin ich durch Herrn Prof. Altmann auf neuere Leitz'sche Systeme No. 1, 2 und 3 aufmerksam gemacht worden, welche nach Anbringung von Blenden ein relativ sehr grosses Gesichtsfeld scharf zeichnen. Ueber ihre photographische Leistung habe ich noch keine Erfahrung.

Auch in Betreff der anzustrebenden Bildtiefe bedarf es einer Verständigung zwischen Mikroskopikern und Optikern. Unsere embryologischen und histologischen Reihen pflegen wir, je nach der Natur des Gegenstandes, auf $^1/_{150}$, $^1/_{100}$ oder $^1/_{50}$ mm Dicke zu schneiden. Für fortlaufende Reihen geht man zur Zeit wohl kaum unter $^1/_{200}$ mm oder 5 μ. Einzelne Schnitte sind bis zu 2 und 1 μ herab erhältlich, aber je dünner die Schnitte, um so schwieriger fällt es, sie in einer Ebene auszubreiten. Systeme mittlerer Vergrösserung sollen jedenfall auf die Tiefe von 10 μ genügend scharf zeichnen. Für stärkere Systeme muss man naturgemäss die Ansprüche sehr herabsetzen. So schätzt z. B. Neuhauss für ein System von der numerischen Apertur 1 die Bildtiefe auf 2 μ.[1]) Ein Schnitt von 5 μ ist somit, selbst bei absolut flacher Ausbreitung, durch ein solches System nicht mehr absolut befriedigend wiederzugeben.

Schon für mittelstarke und noch mehr für starke Vergrösserungen besteht hinsichtlich der Einstellung eine besondere Schwierigkeit, deren Lösung Sache der Objecttischconstruction ist. Stellt man einen an und für sich eben ausgebreiteten Schnitt bei 200—300facher Vergrösserung unter dem Mikroskop ein und klammert ihn fest, so findet man häufig genug, dass die eine Seite des Präparates eine andere Einstellung verlangt, als die andere. Es steht mit anderen Worten das Präparat nicht senkrecht zur Mikroskopaxe. Der Höhenunterschied kann einige Mikren, aber er kann auch ein oder mehrere Hundertstel Millimeter betragen. Die genaue Untersuchung zeigt als schuldigen Theil die Klammern, mittelst deren das Präparat auf dem Tisch festgeklemmt wird. Fasst eine Klammer einseitig an oder sind beide Klammern ungleich stark angedrückt, so wippt der Objectträger nach einer Seite in die Höhe. Mit blossem Druck auf die Klammern kann man dem Uebelstande nur in unsicherer Weise abhelfen, und es entsteht die Aufgabe, eine Befestigungsart der Objectträger auf dem Tische ausfindig zu machen, welche ein gleichmässiges Andrücken gewährleistet, und welche es im Bedürfnissfalle auch erlaubt, kleinere Unregelmässigkeiten in der Dicke der Objectträger unschädlich zu machen. Die Firma Carl Zeiss, an welche ich mich in dieser Sache gewandt habe, hat die Aufgabe in sehr einfacher und eleganter Form gelöst. Sie hat dem Objecttisch eine Platte aufgesetzt, welche durch 3 darunter befindliche Schrauben fein nivellirt werden kann. Die Klammern, drei an der Zahl, sind der Platte angeschraubt, und ihr Druck auf den Objectträger kann durch Anziehen ihrer Haltschrauben geregelt werden.

Gang einer Aufnahme bei schwacher oder mittelstarker Vergrösserung.

Nachdem dem Objectträger des dritten Schlittens das gewünschte Objectiv angeschraubt und der zum Kühlgefäss führende Wasserhahn geöffnet ist, wird das Zimmer verdunkelt. Nun schliesse ich den Strom und lasse gleichzeitig die obere Kohle der elektrischen Lampe

1) Neuhaus l. c. S. 44. Der Trockenapochromat 4 mm von Zeiss hat eine numerische Apertur von 0,95.

durch Drehung der bezügl. Schraubenmutter bis zur Berührung der unteren Kohle herabsinken. Sowie die Berührung beider eintritt, macht sie sich durch ein singendes Geräusch bemerkbar, und nun hebe ich die obere Kohle wieder von der unteren ab und stelle beide so lange ein, bis der Lichtbogen die gewünsche Ruhe erlangt hat, und bis der leuchtende Krater der positiven Kohle in der Axe des Apparates steht.

Die nächste Operation ist die Bestimmung der Vergrösserung. Ein in halbe oder zehntel Millimeter getheilter kleiner Glasmaassstab wird dem Tische von Schlitten 2 eingesetzt und, von aussen her, annähernd scharf auf der Bildfläche eingestellt. Nunmehr wird in der inneren Dunkelkammer der Rahmen durch Kurbeldrehung so lange vor- oder zurückgeschoben, bis die gewünschte Vergrösserung erreicht ist. Gleichfalls von der inneren Kammer aus wird die scharfe Einstellung geregelt. Der Bequemlichkeit halber benutze ich zur Abmessung auf der Tafel eine geschwärzte viereckige Metallplatte mit Knopf und winkeligem Ausschnitt, deren Seiten 20, 15, 10 und 5 cm lang sind.

Ist der Apparat auf die gewünschte Vergrösserung eingestellt, so wird für die richtige Beleuchtung gesorgt. Die der elektrischen Laterne angesetzte erste Beleuchtungslinse (Brennweite 20 cm) ist ein für allemal so gestellt, dass die Strahlen annähernd parallel oder leicht divergent ausfallen und die Fläche der zweiten auf Schlitten 1 angebrachten Beleuchtungslinse ausfüllen. Schlitten 1 wird nun so lange verschoben, bis das Feld des Projectionsbildes gleichmässig hell erleuchtet erscheint. Erfahrungsgemäss geschieht dies, wenn die Spitze des Strahlenkegels in die Blendenebene des Objectivs fällt.

Nunmehr wird das Präparat eingesetzt und wieder von aussen durch das Guckloch auf seine richtige Stellung geprüft. Die feinere Einstellung geschieht von der Dunkelkammer aus und erweist sich als die weitaus delikateste Operation, um so delikater, ja stärker die Vergrösserung. Ist die befriedigende Einstellung erreicht, so wird der Strom geöffnet, die beiden Klappen der vorderen Kammerwand werden geschlossen und ebenso die vordere von den beiden Thüren der inneren Dunkelkammer.

Als Eingang in die innere Kammer dient nun die hintere Thüre. Die Plattenrahmen werden umgelegt und in der früher besprochenen Weise wird das empfindliche Papier oder die empfindliche Glasplatte eingesetzt. Falls sich die Papierblätter rollen, so wird denselben durch Umbiegen der Ränder grössere Steifigkeit ertheilt. Ist das Papier eingesetzt, so wird der Strom wieder geschlossen und nun vor Allem für einen ruhig brennenden, richtig centrirten Lichtbogen Sorge getragen. Die Prüfung der Lichtfläche geschieht, wie oben erwähnt wurde, auf der Papierscheibe an der Aussenseite der Lichtklappe.

Noch ist es erwünscht zu wissen, ob das Bild richtig auf der empfindlichen Fläche steht. Nur allzuleicht kommt es, dass es diese an der einen oder anderen Seite überragt, und ich habe, ehe ich eine regelmässige Prüfung vornahm, allerlei ärgerliche Missgeschicke erlebt. Zu dem Behufe wird die vor der Beleuchtungslinse auf Schlitten 1 befindliche rothe Glasscheibe aufgerichtet, und nun kann man die Lichtklappe ohne Gefahr öffnen und durch das Guckloch die Stellung des Bildes controlliren. Steht es nicht richtig, so dienen die Schrauben des Objecttisches dazu, dasselbe in die gewünschte Lage zu bringen. Das Präparat selber zu berühren ist nicht rathsam, weil ja dadurch die feinere Einstellung leiden kann.

Ist die Stellung des Bildes befriedigend, so wird die Lichtklappe wieder geschlossen, die rothe Scheibe zur Seite gelegt, nochmals das Optimum der Beleuchtung hergestellt, und nun kann die Exposition durch Oeffnen der Lichtklappe vor sich gehen.

Alle diese Operationen machen sich auf dem Papier etwas umständlich, in Wirklichkeit übt man sich sehr bald auf dieselben ein, und wenn man nur erst einmal die richtige Expositionszeit ausprobirt hat, so kann man binnen gegebener Zeit ziemlich viel Aufnahmen zu Stande bringen. Ist alles regelmässig im Gange, so rechne ich bei geringerer Vergrösserung für eine Papieraufnahme sammt Entwickelung eine Viertelstunde. Mit der Vergrösserung wächst die Schwierigkeit der Einstellung und damit auch der zu einer befriedigenden Aufnahme nöthige Zeitaufwand.

Aufnahmen mit Benutzung des Mikroskopstatives.

Um den Apparat zu Aufnahmen mit dem Mikroskopstativ herzurichten, wird der Objectivträger von Schlitten 3 abgehoben und der Raum für das Stativ frei gemacht. Es werden ferner das auf dem Schlitten befindliche Fritsch'sche Rädchen durch ein Zwischenstück mit der in der innern Kammer befindlichen Führung verbunden, und der gleichfalls auf Schlitten 3 angebrachte Blendenträger aufgerichtet. Ich setze voraus, dass die Centrirung des Abbé'schen Beleuchtungsapparates zum Mikroskoprohr vorher geordnet ist. Es wird nun der Mikroskopkörper mit aufgeklemmtem Präparate, bez. mit aufgeklemmtem feinem Glasmaassstabe, dem Schlitten aufgesetzt, durch einen Querbügel festgeschraubt und horizontal umgelegt. Das Fritsch'sche Rädchen wird gehoben und der Mikrometerschraube des Mikroskops soweit genähert, bis beide gehörig ineinander greifen.

Nun wird vor Allem für gehörige Centrirung des Lichtes gesorgt. Zu dem Zweck drehe ich die Irisblende bis auf eine sehr kleine Oeffnung zu und verschiebe die Beleuchtungslinse und die Kohlen so lange, bis die Spitze des Strahlenkegels eben in jene feine Oeffnung fällt. Zur späteren Orientirung über die Richtung des Strahlenkegels benutze ich eine zweite Blende, welche in den dem Mikroskop vorgestellten Blendenträger eingesehoben wird. Der über den Blendenrand vorstehende Theil des Strahlenkegels muss einen mit der Oeffnung concentrischen Ring bilden.

Nach erfolgter Centrirung des Lichtkegels wird die Irisblende wieder geöffnet und nun wird durch Verschieben der grossen Beleuchtungslinse bez. des Abbé'schen Apparates die für das Object passendste Beleuchtung aufgesucht. Die übrigen Operationen vollziehen sich wie zuvor, es wird erst von aussen durch das Guckloch die gröbere und dann von der Kammer aus die feinere Einstellung geordnet. Bei ersterer Einstellung dreht man die Vorderlinse des Projectionsoculars so lange, bis sich der dunkle Rand des leuchtenden Gesichtsfeldes scharf vom Grunde abhebt. Ist Alles zur Aufnahme bereit, so hat man nochmals sehr sorgfältig die richtige Beleuchtung des Feldes zu prüfen, denn bei starken Systemen genügen leichte

Verschiebungen des Lichtbogens, um Fehler der Beleuchtung herbeizuführen. Erst dann, wenn man über die richtige Beleuchtung beruhigt ist, öffnet man die Klappe.

Herstellung des Apparates.

Collegen, denen ich meinen Apparat vorzuzeigen Gelegenheit hatte, haben mir fast ohne Ausnahme die Frage gestellt: „wer hat Ihnen den Apparat gebaut und was kostet derselbe?“ So einfach und naturgemäss diese zwei Fragen sind, so sind sie doch nicht kurzweg zu beantworten. Der Apparat ist stückweise entstanden, hat bald diese, bald jene Verbesserung erfahren, und bei seinem Zustandekommen haben verschiedene Kräfte mitgewirkt. Die elektrische Laterne, nach dem Muster der im Bernoullianum in Basel aufgestellten, habe ich unter freundlicher Vermittelung von Herrn Prof. E. Hagenbach-Bischoff schon im Jahre 1882 von der damaligen Baseler Firma Bürgin & Alioth bezogen. Sie war ursprünglich zur Aufnahme eines Duboscq'schen Projectionsapparates eingerichtet, von dem zur Zeit allerdings nur noch der Tubus mit der ersten Beleuchtungslinse beibehalten worden ist. Nachdem ich mich entschlossen hatte, in Verbindung mit dieser Laterne einen Apparat nach dem Plane des 1888 beschriebenen bauen zu lassen, wandte ich mich für einen Theil des Apparates an meinen langjährigen, leider seitdem verstorbenen Geschäftsfreund Dr. E. Hartnack, für den anderen Theil an Herrn Stegmann in Berlin. Herr Hartnack hat die optische Bank mit ihren Schlitten, Linsenhaltern, Objecttisch und Objectivträger in bekannter Vollendung gebaut, während Herr Stegmann die Ausführung des zur Aufnahme der Papiere bestimmten Rahmens übernommen hat. Ich muss auch der Arbeit des letzteren alle Anerkennung zollen, der Rahmen bewegt sich trotz seines bedeutenden Umfanges auf der zwei Meter langen Bahn sehr glatt und zuverlässig hin und her, und das Herablassen und Wiederaufstellen der grossen Glasplatten vollzieht sich leicht und sicher. Einige kleine Vervollkommnungen, wie die Schrauben mit Bajonetschluss zur Verbindung der Platten und die Einrichtungen zum raschen Oeffnen der Einschnappfedern hat der hiesige physiologische Mechaniker Herr Baltzar ausgeführt, zahlreiche andere mechanische Einzelheiten und Anpassungen stammen von dem Mechaniker der anatomischen Anstalt Herrn Gurlitt.

Als ich daran ging, den Apparat für Arbeiten mit starken Vergrösserungen einzurichten, wandte ich mich an die Firma von C. Zeiss um Rath, und dieselbe sandte mir Herrn Ingenieur Kanthak, mit welchem alle die Einrichtungen vereinbart worden sind, welche zur Einpassung des grossen Zeiss'schen Stativs in den Apparat dienen. Auch seitdem habe ich mich in schwierigen Fällen stets des freundlichen Rathes der um Mikroskopie und Mikrophotographie so hochverdienten Leiter dieser Firma zu erfreuen gehabt.

Was die Kosten der Einrichtung betrifft, so ist zur Zeit das Theuerste die Einrichtung des elektrischen Lichtes. Manche wissenschaftliche Anstalten verfügen schon über dies Hilfsmittel, für Andere ist die Erwerbung desselben nur eine kurze Frage der Zeit. Besitzt man einmal die Lichtquelle, dann ist es auch nicht allzuschwer, auf Grund obiger Darstellung

Einrichtungen zu combiniren, welche, einfacher als die meinigen, sich auch mit relativ mässigen Kosten herstellen lassen. In zweifelhaften Fällen wird man aber stets gut thun, sich an eine der bewährten optischen Firmen um Rath und Beistand zu wenden.

Verwendung des Apparates.

Wer sich nicht selber mit Photographie versucht hat, hat kaum einen Begriff von der zwingenden Macht, womit dies wissenschaftliche Hilfsmittel sich denen aufdrängt, die dasselbe einmal kennen gelernt haben. Man bekommt gar bald das Gefühl, als besitze man eine schwierige Beobachtung erst dann zu eigen, wenn man das bezügliche Dokument schwarz auf weiss unter den Augen hat. Der Vorzug vollends, lange Reihen von Schnittbildern mit allem, auch dem noch unverarbeiteten Detail neben sich auf dem Schreibtisch zu haben, und in jedem Augenblick eine neu sich aufwerfende Frage daran prüfen zu können, ist unsehätzbar, und wer ihn einmal genossen hat, mag ihn nicht mehr missen. Allerdings bedarf das Studium der Photogramme, sobald es sich um feinere Verhältnisse handelt, der weitergehenden Controlle durch die mikroskopische Beobachtung. Was am einzelnen Schnittbild als unscheinbarer Fleck sich ausnimmt, erweist sich bei stärkerer Vergrösserung häufig als wichtiges Zwischenstück in der Bahn eines Nerven oder eines Gefässes. Zahlreiche Aufgaben sind mit Hilfe der Schnittphotogramme lösbar, denen man sonst kaum beikommt, Zählungen und Messungen aller Art, Reconstructionen, sei es nach der Projections- oder nach der Plattenmethode und dergl. mehr. Mit Hilfe von Schnittphotogrammen bin ich vor einigen Jahren in den Stand gesetzt worden, die Anfänge des peripherischen Nervensystems zu reconstruiren, eine Aufgabe, die ich mit blossem Zeichnen nie hätte unternehmen können. Schnittphotogramme haben weiterhin meinem Sohn die Unterlagen zu seinen Untersuchungen über die Entwickelung des Acusticofacialisgebietes gegeben und zu den von ihm mit Dr. Romberg unternommenen Arbeiten über die Entwickelung des Herznervensystems. Zur Zeit mit der Entwicklung der Faserbahnen des Gehirnes beschäftigt, finde ich in Schnittphotogrammen eine Unterstützung, die mir über schwierige Klippen des Gebietes hinweghilft und die es mir auch ermöglicht, zu plastischen Vorstellungen der in Betracht kommenden Verhältnisse zu gelangen.

Ueber durchsichtige mit Hilfe von Schnittphotogrammen herstellbaren Modelle.

Im Anschluss an das über die Verwendung von Schnittphotogrammen Gesagte erlaube ich mir hier eine Art der plastischen Reconstruction zur Sprache zu bringen, welche von allgemeinerem Interesse ist.

Die Ueberzeugung, dass wir von der blossen Schnittbetrachtung zu körperlichen Vorstellungen anatomischer Objecte durchzudringen haben, bricht sich glücklicherweise nun endlich Bahn, und wie der Anatomentag in München dargethan hat, so hat sich Born's Methode

der Wachsplattenmodellirung unter jüngeren Forschern eine Reihe von Freunden erworben. Durch die Kenntniss des äusseren und inneren Formenreliefs, das uns Wachs- oder Pappen- oder Metallmodelle gewähren, ist schon ungemein viel gewonnen, allein darüber hinaus besteht noch eine Forderung nach durchsichtigen, die innere Structur der Theile enthüllenden Modellen. Bei keinem andern Organe ist diese Forderung so dringend, als beim Gehirn mit seinem verwickelten Ineinandergreifen von Faserzügen und von grauen Massen. Bei meinen neueren Untersuchungen über Hirnentwickelung ist mir die Forderung nach durchsichtigen Modellen wieder besonders lebhaft entgegen getreten, und ich habe mich um Erfüllung derselben bemüht. Die Materialien, die mir beachtenswerth schienen, waren einmal die Gelatineplatten, deren sich die Lithographen zum Pausen von Zeichnungen bedienen, dann die photographischen Films und endlich das Glas. Die Gelatineblätter der Lithographen haben mancherlei Vorzüge, sie sind sehr dünn, man zeichnet auf denselben mit feiner Nadel und reibt nachträglich die Zeichnung mit geeignetem Farbenpulver ein. Sie sind indessen für Fingerberührung etwas empfindlich und, wenn man sie öfters in die Hände nimmt, trüben sie sich, ein Nachtheil, den man durch Ueberziehen mit einer sehr feinen Lackschicht mildern kann. Mit Films habe ich keine sehr eingehenden Versuche gemacht. Man könnte daran denken, die photographischen Aufnahmen auf Films direct zum körperlichen Bild zu combiniren, indessen genügt die Ueberlagerung schon weniger Negative, um die Schicht undurchsichtig zu machen. Auch hat das Glätten der so leicht sich rollenden Films seine Unbequemlichkeiten.

Als das zweckmässigste Material für durchsichtige Modelle ergiebt sich Glas. Ich lasse mir zu dem Behufe aus Spiegelglas von bestimmter Dicke (1,2 mm) einen Satz von viereckigen Platten (40 bis 50 Stück) schneiden und dieselben so schleifen, dass sie alle genau gleich gross sind. Die Platten werden nun mit einer sehr dünnen Schicht von Copallack überzogen, und man ist hiernach im Stande, mit einer feinen Zeichenfeder darauf zu zeichnen. Man kann dabei Tusche, rothe oder blaue Tinte oder andere beliebige Farbstoffe benutzen. Ich nehme an, es soll das Gehirn eines Embryo reconstruirt werden, welches in 7,5 μ dicke Schnitte zerlegt worden ist. Die gewählte Vergrösserung sei 20fach, so ist jeder achte Schnitt zu photographiren und auf eine Glasplatte zu zeichnen, wenn das Relief richtig herauskommen soll, 0,0075 mm $\times$ 20 $\times$ 8 = 1,2 mm. Die Schnittzeichnungen sind auf den Platten natürlich so zu orientiren, dass sie sich bei Deckung der Platten correct überlagern. Beim Zeichnen kann man für verschiedene Theile verschiedene Farben benutzen, z. B. die Gefässe roth, die Nerven blau ausführen. Passt man nun die sämmtlichen gezeichneten Platten aufeinander, so erhält man ein ausgezeichnet plastisches Bild des Gehirns, und wenn man dabei die sichtbaren Faserzüge, die eintretenden Nervenwurzeln u. a. m., an den einzelnen Schnitten eingetragen hat, an denen sie erkennbar waren, so gewinnt man auch für sie überraschend klare und übersichtliche körperliche Anschauungen. Man kann einen solchen Plattensatz in einem geschwärzten Rahmen von Blech oder Pappe zusammenfassen und hat dabei den Vortheil, das Modell jederzeit wieder in seine Theile zerlegen und einzelne Abschnitte desselben gesondert prüfen zu können.

Es bedarf keiner besonderen Erwähnung, dass man die Platten, anstatt sie mit der Feder zu bezeichnen, auch ätzen kann. Zu dem Zwecke werden sie zuerst mit einer sehr

dünnen, durchsichtigen Wachsschicht überzogen, in welche die Zeichnung mit einer Lithographennadel eingeritzt wird. Von der im Handel erhältlichen Flusssäure werden einige Tropfen in eine Guttaperchaschale gegossen, und die mit der Zeichnung versehene Glastafel durch Auflegen auf die Schalenränder den Säuredämpfen ausgesetzt.

Bemerkungen zu den Tafeln.

Tafel I giebt eine perspectivische Ansicht von der optischen Bank meines Apparates und ihrer Stellung zur Laterne und zur Vorderwand der Dunkelkammer. Die Einzelheiten der Zeichnung sind mit Hilfe der Textdarstellung wohl unschwer zu verstehen.

Auf Tafel II und III theile ich 2 Aufnahmen mit, welche wesentlich dazu dienen sollen, den Charakter negativer Schnittbilder anschaulich zu machen. In beiden Fällen ist die Originalaufnahme direct auf Eastmanpapier gemacht, und das Bild durch Photogravure reproducirt worden. Tafel II ist der Frontalschnitt durch den Kopf und Hals eines menschlichen Fötus aus dem 4. Monat. Die Aufnahme geschah mit dem Steinheil'schen Aplanat von 7 mm. Die Vergrösserung ist 10 fach, bez. an der etwas reducirten Photogravure 9 fach. Die Figur zeigt als Knorpelgerüst den Epistropheus, den Atlas und das Hinterhaupt, sowie die Felsenbeinpyramide mit den durchschnittenen Bogengängen und deren häutigen Einlagen. In der feineren Zeichnung der Knorpelfläche bemerkt man ausser den als Pünktchen hervortretenden Knorpelzellen landkartenähnliche Figuren. Diese rühren von Fehlern im Präparat, bez. von ungenügender Homogeneität der Einschlussmasse her.

Vom Gehirn sieht man das verlängerte Mark mit seinen grauen Kernen, das Kleinhirn und die Decke des Mittelhirns. Besonders klar zeigt sich auch die zottenartig gefaltete epitheliale Deckplatte des 4. Ventrikels, welche einerseits am Rande des verlängerten Markes, anderntheils an dem des Kleinhirns festhaftet.

Auf sonstige Einzelheiten des Schnittes gehe ich nicht ein, ich weise nur darauf hin, dass die verschiedenen Gewebsformen, Bindegewebe, Muskeln und Knorpel alle durch besondere Charaktere sich kennzeichnen. Die etwas unförmlichen weissen Flecke sind das in dem grossen Venenräumen zurückgebliebene geronnene Blut.

Tafel III giebt einen Durchschnitt durch das Rückenmark und seine Umgebung von einem 4wöchentlichen menschlichen Embryo. Die Aufnahme geschah bei 240facher Vergrösserung mit dem System 1/4 Zoll von Seibert ohne Ocular. Die Photogravüre ist auf etwa 4/5 des Originals reducirt. Man sieht links aus dem Rückenmark hervortretende Nervenwurzeln und weiterhin einen dicken zellenfreien Stamm, der gegen die Grenze der Leibeshöhle hintritt und hier einen medialen Ast, den Verbindungsast zum sympathischen Grenzstrang abgiebt. Die hintere Hälfte des Rückenmarkes zeigt die Hinterstränge als noch sehr dünne kreisrunde Bündel. Ventralwärts zeigt das Bild die Durchschnitte der epithelialen Chorda dorsalis, der Aorta, der Cardinalvenen und der Wolff'schen Körper. Hinsichtlich

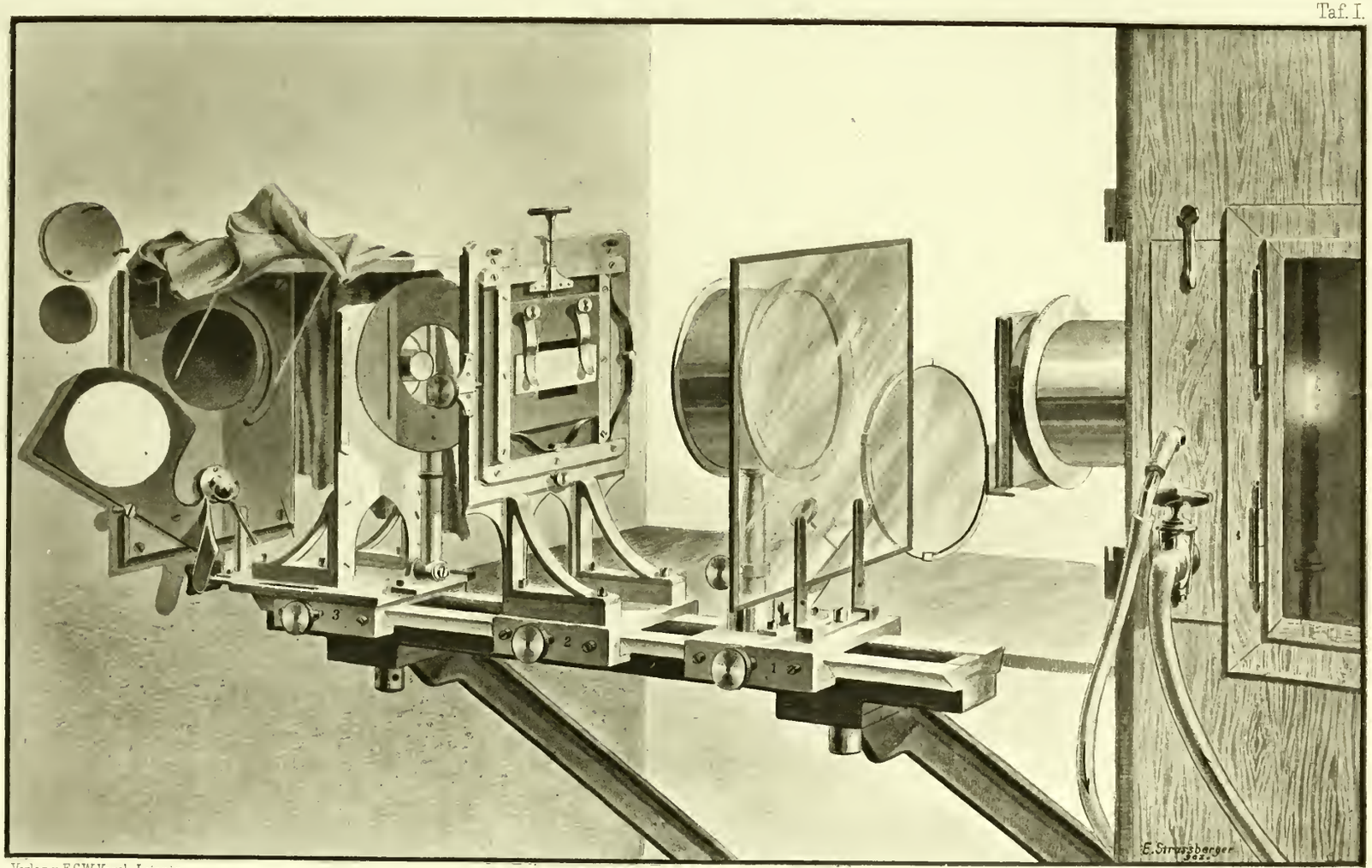
der Muskelentwickelung bemerkt man beiderseits eine Schicht quer durchschnittener Fibrillen und links eine von dem Urwirbel ventralwärts vordringende Muskelknospe.

Grössere Blätter als die hier reproducirten habe ich bei Anlass des internationalen medicinischen Congresses in Berlin (1890) [1]) ausgestellt.

Es wäre sehr verlockend, wichtige embryologische Schnittreihen in zahlreichen grossen Blättern der Oeffentlichkeit zu übergeben und so ein allgemein zugängliches Archiv von natürlichen Dokumenten zu schaffen. Noch ist indessen die Photogravure, welche allein einer solchen Aufgabe gewachsen ist, ein etwas kostspieliges Verfahren und wir müssen abwarten, ob uns die nächsten Jahre eine Reproductionsweise bringen werden, welche erlaubt, Publicationen von Photogrammen in grösserem Maassstab in Gang zu setzen.

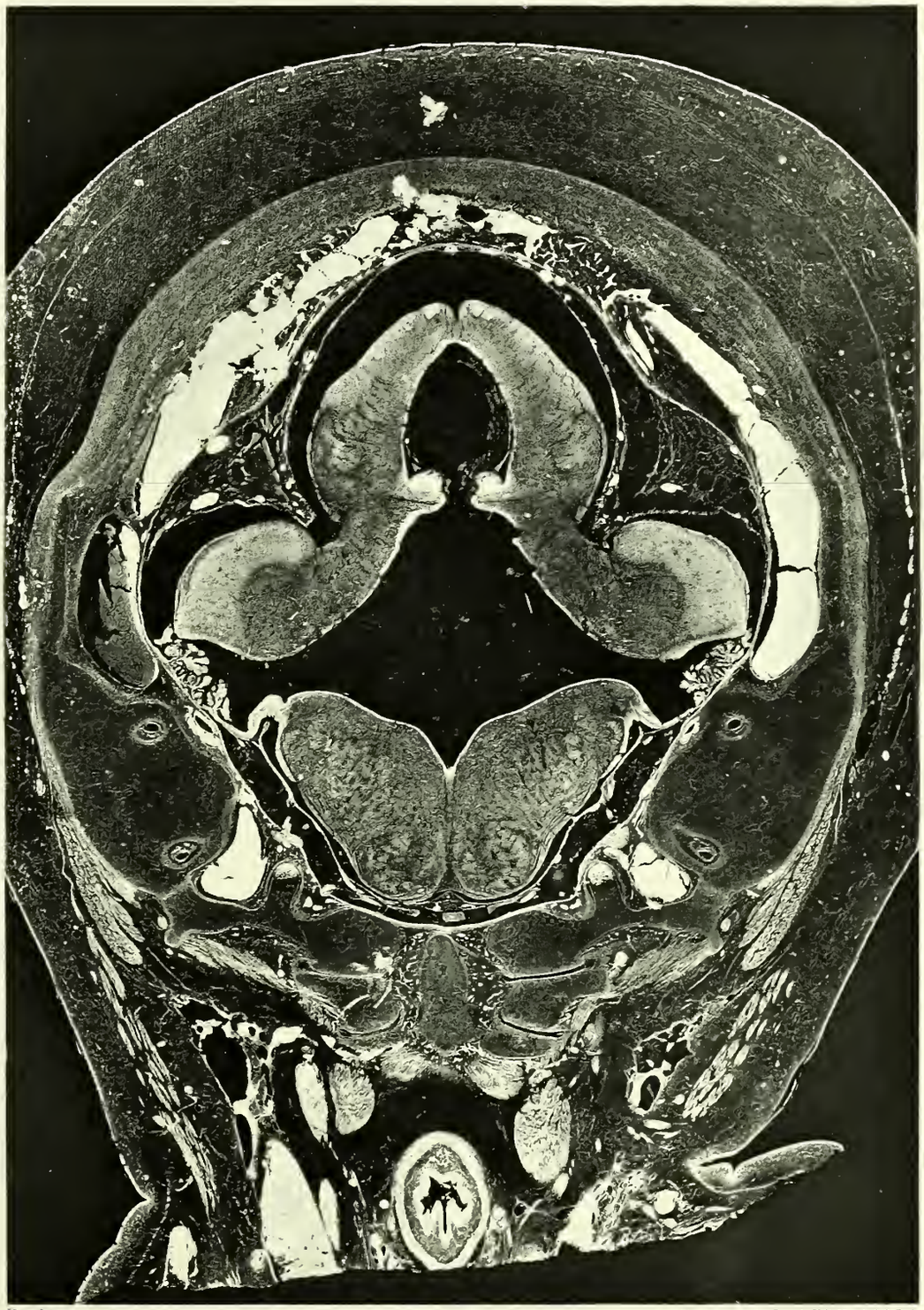
1) Besprochen von R. Neuhauss. Die Mikrophotographie auf der Congressausstellung zu Berlin, in der Zeitschrift für wissenschaftl. Mikroskopie. Bd. VII., S. 148.

Druck von J. B. Hirschfeld in Leipzig.



Verlag v F C W Vogel, Leipzig.

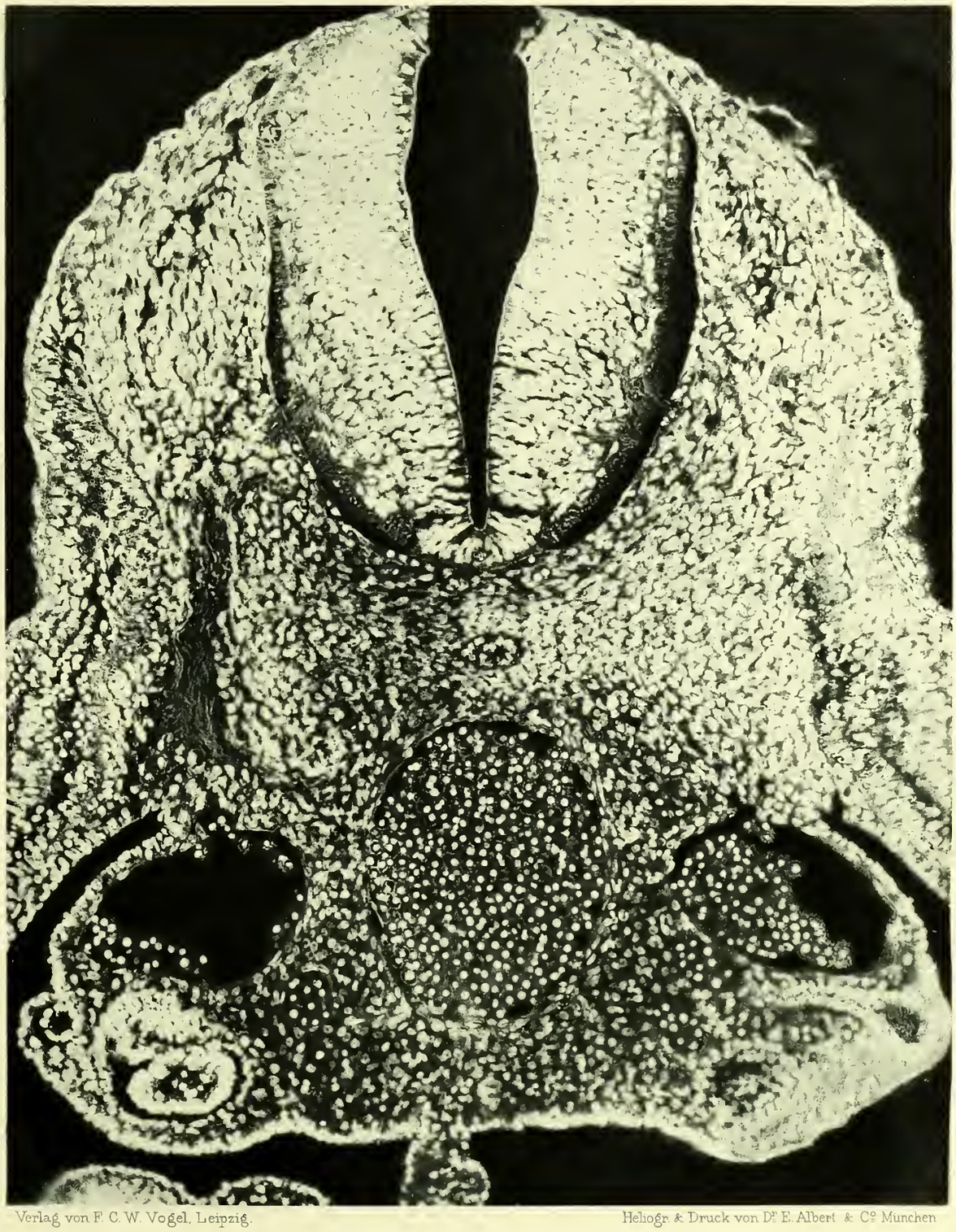
Photogravure u. Kupferdruck H. Riffarth & Co Berlin



His phot

Photogravure u. Druck H. Riffarth & Co. Berlin

Verlag v. F. C. W. Vogel in Leipzig



Verlag von F. C. W. Vogel, Leipzig.

Heliogr. & Druck von Dr E. Albert & Co München

His, phot.